

جامعة الدول العربية
المركز العربي
لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة
(أكساد)
إدارة الأراضي واستعمالات المياه



الدليل الحقلي
لقياسات تدهور الأراضي بالإنجرافين
الريحي والمائي

إعداد

الأستاذ الدكتور محمود العسكر
خبير مكافحة التصحر

دمشق، 2022

تقديم



تشكل موارد الأراضي محوراً أساسياً لتحسين الأمن الغذائي في الوطن العربي، ومن المتوقع أن يزداد الطلب على الغذاء بنسبة 70 % بحلول عام 2050 م، وسيفرض هذا الوضع تنافساً متزايداً على موارد الأراضي ، وستواجه هذه الموارد تحديات تنموية ، أهمها التحدي الأساسي لزيادة مساهمتها في انتاج الغذاء والتصدي للآثار المتوقعة للجفاف وتغير المناخ، خاصة وأن الأمن الغذائي العربي مازال يواجه تحدياً حقيقاً، وأن مستقبل الأمة متوقف على مدى نجاحها في تحقيق أمنها الغذائي ، ويكفي للدلالة على خطورة الوضع أن نذكر أن معدل النمو السنوي للإنتاج الزراعي لم يتجاوز 2.5 % في الوقت الذي يتزايد فيه الاستهلاك الغذائي بنسبة 5 % سنوياً، ومنذ سبعينات القرن الماضي أصبحت أزمة الغذاء والعجز الغذائي العربي محور اهتمام الباحثين العرب، أمام هذا الواقع فإن المطلوب هو المحافظة على موارد الأراضي من التدهور وزيادة انتاجيتها لتأمين المزيد من الغذاء للشعوب العربية والعمل على تحييد تدهور الأراضي للوصول إلى هذا الهدف.

يعرف تدهور الأراضي بأنه فقدان أو انخفاض الإنتاجية الحيوية والاقتصادية للأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة والجافة شبه الرطبة، وتدهور الأراضي هو ظاهرة عالمية تؤثر إلى حد كبير على الإنتاجية في أكثر من ثمانين دولة في العالم ، ويشكل أحد التحديات الرئيسية العالمية بيئياً وتنموياً في القرن الحادي والعشرين ، لذلك لا بد من معالجة هذه الظاهرة بأسلوب متكامل ومتوافق مع استراتيجيات اتفاقيات ريو البيئية وأهداف التنمية المستدامة .

اعتمد أكساد في استراتيجيته نهجاً متكاملاً في مكافحة التصحر وإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة , يتناول هذا النهج كافة الجوانب الفيزيائية والإحيائية والاجتماعية والاقتصادية ، وتعزيز التعاون بين المؤسسات المعنية في ميادين حماية البيئة وحفظ موارد الأراضي والمياه . وأحداث برنامجاً علمياً يتولى دراسة حالات التصحر وتدهور الأراضي وتقييمها في الدول العربية، وينفذ مشروعات رائدة حول مراقبة وتقييم حالات تدهور الأراضي والعمل على ترميمها ، والتدريب ونقل التكنولوجيا ، ومتابعة الأنشطة الدولية في هذا المجال

وضمن هذا التوجه يضع أكساد هذا الدليل بين أيدي الخبراء والفنيين العاملين في مجال مكافحة التصحر

وإعادة تأهيل الأراضي المتدهورة، لمساعدتهم على توحيد المنهجيات وتنسيق العمل، وتسهيل المهمة، للوصول إلى أهدافهم في تحديد أشكال تدهور الأراضي وشدته والوقوف على أسبابه والعمل على معالجته بغية وضع الخطط واتخاذ الإجراءات المناسبة للحد من تدهور الأراضي وعكس مساره، والمحافظة على هذا المورد الطبيعي الهام ليبقى مصدر عطاء للحاضر وذخراً للأجيال القادمة.

والله ولي التوفيق ..

المدير العام

الدكتور نصر الدين العبيد

		المحتويات	الصفحة
تقديم			3
تمهيد			6
1 -أولا- قياسات الانجراف الريحي حقلياً			8
1		القياسات الحقلية المباشرة	10
1	1	المصائد dust traps	10
	1	المصائد المعلقة	10
		أ- جهازباغنولد	14
		ب - جهاز تكساس	17
		ج - جهاز غودانوف	17
		د- جهاز زناminسكي	18
	2	المصائد الأرضية	18
	3	دبابيس ريير	19
2		القياسات غير المباشرة	19
	1	قياس حجم التوضعات الرملية خلف الموانع الطبيعية والاصطناعية (خنادق- حواجز)	19
	2	قياس عمق الطبقة الحصوية على سطح التربة.	20
	3	الطريقة الألكترونية (السالتيفون)	21
3		تقييم تدهور التربة	22
	1	تغيرات سماكة قطاع التربة	22
	2	رصد التغيرات المورفولوجية لقطاع التربة	22
	3	تقدير درجة مقاومة التربة للإنجراف الريحي(طرقة المخطط البياني)	23
2 - ثانيا		**قياسات الانجراف المائي .**	24
2	1	الطرائق الحقلية.	24
	1	المساكب التجريبية الحقلية .	24
	2	أحواض جيرلاش	25
2	2	الطريقة الحجمية.	27
	1	قياس الانجراف الجدولي	27
	2	قياس الانجراف الأخدودي (معدل نمو الأخدود)	28
2	3	الطرائق البيدولوجية	29
		الخاتمة	30
		المراجع العلمية	31

تمهيد:

التعرية الريحية هي عملية فيزيائية متبادلة مابين قابلية التربة للإنجراف وقدرة الرياح على الجرف ,وتؤثر التعرية على التربة نتيجة لأزاحة أو إزالة ذرات التربة المفككة بواسطة الرياح إلى مناطق بعيد من مصادرها الأولية, وتؤدي هذه العملية مع الزمن الى تدهور التربة السطحية وتخريبها أو خسارتها بالكامل . وتنشط التعرية الريحية حيث تتواجد الزراعات البعلية, وخاصة في البوادي نظرا لطبيعية ألأراضي الميكانيكية والكيميائية ,وتدني المتانة الميكانيكية للتجمعات الترابية وسيطرة نظام ريحي غير مستقر يتصف بالأضطراب والهوجائية .

وتتعلق شدة الإنجراف الريحي بسرعة الرياح وأضطرابيتة والقوام الميكانيكي للتربة ورطوبة الطبقة السطحية للتربة وكثافة التغطية النباتية واستخدامات الأراضي .

عملية الإنجراف الريحي تنشا عبر ثلاث مراحل :

1 - المرحلة التحضيرية وتتلخص بتدهور الغطاء النباتي , أو زواله بفعل الأنسان (حراثة -رعي جائر- أحتطاب وأفتعال حرائق)

2 - مرحلة إزالة التربة وحملها ونقلها بالرياح .

3 - مرحلة الترسيب والتراكم للمادة الترابية المنقولة بالرياح بعد أن تفقد الرياح قدرتها على الحمل وذلك بتراجع سرعتها .

وتظهر التعرية الريحية بعدة أشكال :

1 - التعرية الريحية المحلية أو الأعتيادية: وهي نوعان تعرية علوية (الزوابع) وسطحية ,وتكون قريبة من سطح الأرض وتظهر في الأفق عند الغروب نتيجة لحركة الماشية أو على شكل سفي رملي على الأراضي الرملية .

2 - التعرية الريحية المتسارعة : وتظهر على شكل عواصف غبارية وللإنسان دور كبير في ظهورها نتيجة للإدارة السيئة للموارد الطبيعية والجفاف, وتلحق أضرارا كبيرة وكارثية بالأراضي الزراعية والمزروعات وعلى مساحات شاسعة تقدر بمئات الألاف من الهكتارات.

تقسم التعرية الريحية إلى نوعان من حيث ألية التأثير :

آ- انجراف كمي:خسارة التربة أو طبقة الحراثة وتراجع حجم قطاع التربة

ب - انجراف إنتخابي: ويكون تأثيره نوعياَ بجرف الحبيبات الناعمة من التربة والتي تتميز بالخصوبة وترك الحبيبات الخشنة ومع الزمن تتراجع القدرة الأنتاجية للتربة وتتحول إلى كتلة من الرمال السافية.

تواجه بحوث إنجراف التربة صعوبة في التحقق والمتابعة لعدة أسباب أهمها الآتي:

* تجري التعرية عادة بشكل متقطع وفي أغلب الأحيان لا يمكن ملاحظتها في وقت حدوثها، ولكن يمكن التحقق منها من خلال نتائجها (مثلاً من خلال -الرسوبيات أو عمليات الكشط التي تحدثها التعرية للطبقة السطحية من التربة) وهذا قد يؤدي إلى تدني دقة التفسيرات وصعوبة أكبر في التقييم.

* يزيد في الصعوبة بأن تكون آثار التعرية غير واضحة أو قد أزيلت لأسباب كثيرة.

- المراقبة المباشرة لتعرية التربة غير ممكنة إلا بواسطة أجهزة الرصد الحقلية أو التقييم بالمقارنة مع ترب غير متأثرة.

- تكمن المشكلة الرئيسية في رصد تأثير التعرية كونها غير معزولة ومتداخلة مع عوامل أخرى (تداخل عمليات الانجراف الريحي مع المائي).

المواضيع التي تتناولها قياسات الانجراف:

1 - شدة التعرية Intensity of Erosion

وتعني دراسة التغيرات الكمية التي تطرأعلى التربة بفعل الانجراف مقدرة بالحجم أو الوزن أو حدوث تغيير في سماكة قطاع التربة.

2- التغيرات النوعية Qualitative Effects

وتعني دراسة تأثير التعرية على خصوبة التربة, ومعرفة ما يعرف بدرجة تدهور التربة Erodedness of soil ، أي مقدار ما تفقده التربة من المادة العضوية والعناصر الغذائية والحبيبات الناعمة وحساب معامل الثراء Enrichment Ratio

3- قابلية التربة للانجراف Erodibility of soil to erosion

وتعني مدى مقاومة التربة لفعل التعرية ومقدار التفكك والنقل وربطها بعوامل الانجراف المؤثرة (الغطاءالنباتي ، الطبوغرافيا ، والفعل البشري) .يجب التمييز بين قابلية التعرية Erodibility وخطر التعرية Erosion Risk أو التعرية الكامنة Potential Erosion

4- دراسة مدى فعالية إجراءات مكافحة التعرية من الجوانب التالية:

- انتشار التعرية وامتدادها في المنطقة.

- توزيع إجراءات صيانة التربة.
- تأثير معامل خشونة سطح التربة. Roughness factor
- متانة التجمعات الترابية.
- فعالية الأساليب الميكانيكية.
- معامل الجريان السطحي.
- خفض سرعة الرياح.
- إنتاجية المحاصيل الزراعية
- مراقبة خصوبة التربة (المادة العضوية،NPK)

ويأتي هذا الدليل الحقلي ليساعد الفنيين العاملين في مراقبة و رصد تدهور الأراضي لمعرفة التغيرات الطارئة في خصوبة الأراضي بفعل التعرية عن طريق تنفيذ القياسات الكمية ميدانياً وبسهولة ودون الوقوع بأخطاء في تقييم تأثير الإنجراف في قدرة التربة الإنتاجية بعيداً عن تعقيدات دراسات تدهور الأراضي.

القياسات الحقلية الخاصة بانجراف التربة

أولاً : قياسات الانجراف الريحي حقلياً:

ينشط الانجراف الريحي في كثير من المواقع في المنطقة العربية, ويلحق أضراراً كبيرة بالأراضي الزراعية والتجمعات السكانية، والمنشآت الحيوية والخدمية والاقتصادية. **(صورة رقم 1)**



صورة رقم (1) تبين تأثر التجمعات السكانية بالرمال الزاحفة في البادية السورية (ريف دير الزور).

ولمعرفة شدة ظهور الانجراف الريحي والمائي وتأثيره في تدهور التربة لابد من إجراء قياسات حقلية لمعدلات خسارة التربة بالانجرافات وتقييم الخسارة الكمية والنوعية على إنتاجية الأرض بهدف وضع خطة متكاملة لصيانة الأرضي والحد من الإنجراف وحفظ خصوبتها (**الصورة رقم 2**).



صورة (2) تصاعد الغبار في المواقع الساخنة للانجراف الريحي (بادية دير الزور).

وتتضمن القياسات مجموعة من الطرائق الحقلية بهدف معرفة كمية التربة المنجرفة بالرياح مقدرة بوحدة الوزن في وحدة المساحة خلال فترة زمنية معينة، وعادة تقدر بالطن/هكتار / سنة. و**الصورة رقم 3** تبين تأثر المدن المحاذية للمناطق الصحراويةبالعواصف الغبارية.



صورة رقم (3) الغبار يغطي الأفق ويحجب الرؤية في المناطق المتاثرة بالعواصف الغبارية.

من أهم الطرائق المتبعة لقياس الإنجراف الكمي نذكر الآتي:

1 - القياسات الحقلية المباشرة:

1-1. مصائد الغبار Dust traps

وتقسم إلى قسمين المصائد المعلقة والمصائد الأرضية:

1-1-1. المصائد المعلقة:

وهي كثيرة ومتنوعة ومنها النماذج الأميريكية ,الروسية,الإيطالية وجميعها تعتمد منهجية واحدة في القياسات حيث تقوم بحجز الغبار المحمول بالرياح من خلال مصائد مثبتة على ارتفاعات مختلفة من سطح الأرض وفي هذا الدليل نورد منها الأكثر استعمالا في القياس الحقلي.

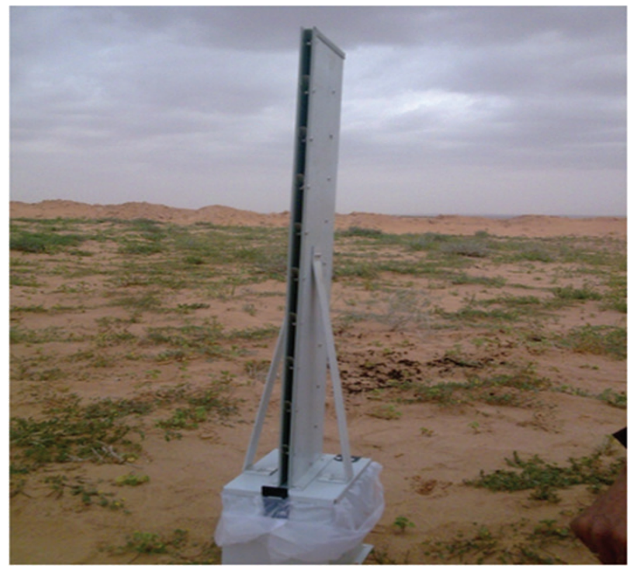
أ- جهاز باغنولد Bagnold:

يتكون الجهاز من صفيحة مجوفة مثبتة على خزان تجميع الغبار، وطول فتحة استقبال الرياح المشبعة بالغبار 75 سم وعرض 1سم، والصفيحة المجوفة مقسمة إلى عشرة حجر تنتهي جميها عبر قناة إلى خزان التجميع في الأسفل (**الصورة رقم 4**).

- **كيفية استخدامه في القياس:**

تجهز استمارة خاصة لتسجيل القراءات المأخوذة من الجهاز بعد كل فترة زمنية من تنصيب الجهاز في الحقل وتدون في الاستمارة البيانات التالية:

الموقع، رقم الجهاز، تاريخ بدء القياس، تاريخ أخذ القراءة، سرعة الرياح، كمية الرمال المحجوزة بالغرام، كما هو واضح في **الاستمارة (1)**.



الصورة رقم (4) تبين شكل جهاز باغنولد.

استمارة رقم (1) لتسجيل بيانات جهاز باغنولد.

الموقع	رقم الجهاز	بدء القياس	نهاية القياس	سرعة الرياح م/ثا	كمية الغبار غ/سم

ويجري تنصيب الجهاز في الحقل بطمر خزان التجميع في التربة واخذ قياس سرعة الرياح ويستخدم لذلك جهاز قياس سرعة الرياح (أنيمومتر) **الصورة رقم 5** .

لتسهيل أخذ العينة من الجهاز يلبس وعاء التجميع بكيس نايلون يجمع فيه الرمال وعند أخذ القراءة ينزع الكيس مع الرمال المجمعة من صندوق التجميع وتوزن العينة ويسجل الوزن في الاستمارة لكل جهاز. **(صورة رقم 6)**





صورة رقم (5 و6) تبين تنصيب جهاز باغنولد لأخذ القياس مع جهاز قياس سرعة الرياح.

• إستخدامات جهاز باغنولد :

1 - قياس مدى التشبع الأعظمي:

يجري هذا القياس بهدف معرفة مدى التشبع الأعظمي وهو عبارة عن المسافة بالمترمن بداية حدوث الانجراف وحتى بلوغ درجة التشبع الأعظمي ويختلفباختلاف نوع التربة. وتعرف درجة التشبع الأعظمي بأنها أقصى كمية من الغبار ممكن أن يحملها التيار الريحي في طبقة الهواء (0 - 75 سم) عند سرعة رياح 10.5 م/ثا على ارتفاع 50 سم, أو 18.5 م/ثا على ارتفاع 200 سم خلال ساعة من جبهة عرضها 1 سم وتبلغ هذه الدرجة 3.62 كغ / سا/ 1 سم .

أن معرفة مدى التشبع الأعظمي يفيد في تطبيقات صيانة التربة مثل تحديد عرض الحقول في الزراعة الشرائطية وفي حساب كمية التربة المفقودة.

- **كيفية القياس:**

تنصب عدة أجهزة من جهازباغنولد من 5 إلى 7 وبمسافة 100م بين الجهاز والأخر اعتباراً من نقطة بداية الانجراف، وباتجاه حركة الرياح ويسجل زمن بدء القياسات وبعد 1 - 2 ساعة من القياس ترفع الأجهزة ويوزن الغبار في كل جهاز والمسافة له من نقطة البداية وتحسب بالكغ / سا وبالمقارنة مع كمية درجة التشبع الأعظمي وأن المسافة التي تصل فيها كمية الغبار قيمة 3.62 كغ فهي مدى التشبع الأعظمي , وهذه القيمة ثابتة لجميع سرعات الرياح وتتغير حسب نوع التربة .أنظر **الشكل1** .

رملية طمية خفيفة طمية طينية

36.2

درجة التشبع بالطن/هكتار/ساعة

(م) 250 500 750 1000 1250 1500 1750 2000

الشكل رقم (1) قيم مدى التشبع الأعظمي حسب نوع التربة.

2 - تقييم شدة التدهوربالانجراف الريحي (منهجية جانبيسوف):

تنصب الأجهزة في الحقل أثناء ظهور التيارات الغبارية على شكل جبهة عمودية على اتجاه الرياح بمسافة فاصلة 50 م بين الجهاز والآخر وتؤخذ كمية التربة الملتقطة في كل جهاز ساعة وتوزن بالكغ ويؤخذ المتوسط ويجري تقييم تدهور التربة حسب Ganpeisov,1974 كما يلي (**الجدول 1**).

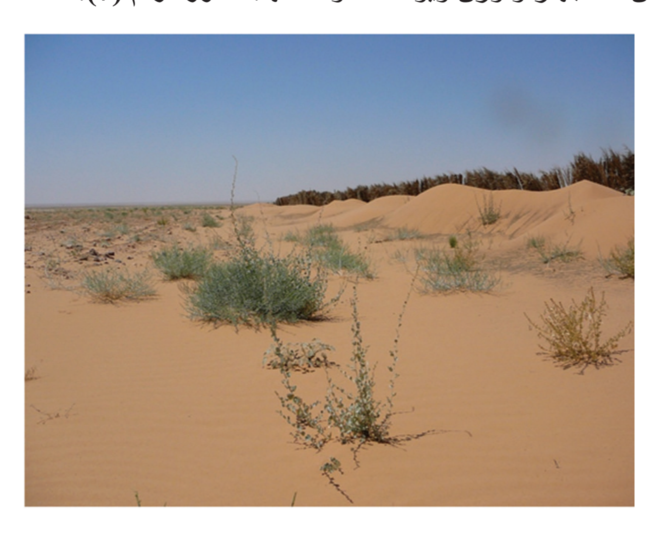
الجدول رقم (1) يبين تقييم تدهور التربة حسب جانبيسوف 1974.

درجة التدهور	كمية التربة المنجرفة والملتقطة في الجهاز بالكغ/سا /100 م عند سرعات		
	8 م/ثا	12 م/ثا	16 م/ثا
خفيفة	2 كغ	3 - 10كغ	11 – 20كغ
متوسطة	5كغ	6 - 20كغ	21 – 100كغ
شديدة	50كغ	51 - 100كغ	101 – 200كغ

3 - تقييم كفاءة الحواجز الميكانيكية في تثبيت الرمال:

تنصب عدة أجهزة بعد الحواجز في أتجاه الرياح وعلى مسافات مختلفة من الحاجز ولفترة معينة تتعلق بكثافة السفي الرملي وتؤخذ كميات الرمال من كل جهاز وتوزن ويؤخذ المتوسط لها.**الصورة رقم (7)**.





صورة رقم (7) تبين استخدام جهاز باغنولد في تقييم الحواجز الميكانيكية.

4 - تقييم كفاءة التغطية بمخلفات المحاصيل لحفظ التربة (شياتي):

وتتبع في الأراضي التي تطبق عليها الزراعة الحافظة والتي تعتمد على ترك مخلفات المحصول كمهاد لحماية التربة من الانجراف الريحي بالتحكم بكمية البقايا وعلاقتها بدرجة التحبب وكمية التربة المنجرفة.

تنصب عدة أجهزة في الحقول التي تتبع فيها نظم ترك مخلفات المحصول لحماية التربة من الانجراف وتترك لفترة معينة وسطيا 5 دقائق وعند سرعة 12.5 م/ثا على ارتفاع 200 سم، وبعد أخذ العينات ووزنها يجري تقييم النظام الزراعي حسب قيم **الجدول التالي**:

جدول رقم (2) يبين فعالية النظام الزراعي في حماية التربة.

فعالية النظام الزراعي المتبع	قيمة التربة الملتقطة عن طريق الجهاز مقدرة بالغرام
فـعـال جـــدا	يساوي أو أقل من 50
متوسط الفعالية	أكبر من 50 وأقل من 120
غيـر فـعـال	أكبر من 120

يتم تعديل سرعة الرياح المقاسة ميدانياً بالنسبة للسرعة القياسية حسب المعادلة التالية :

Q = (السرعة الحقلية)^3 / (السرعة القياسية)^3

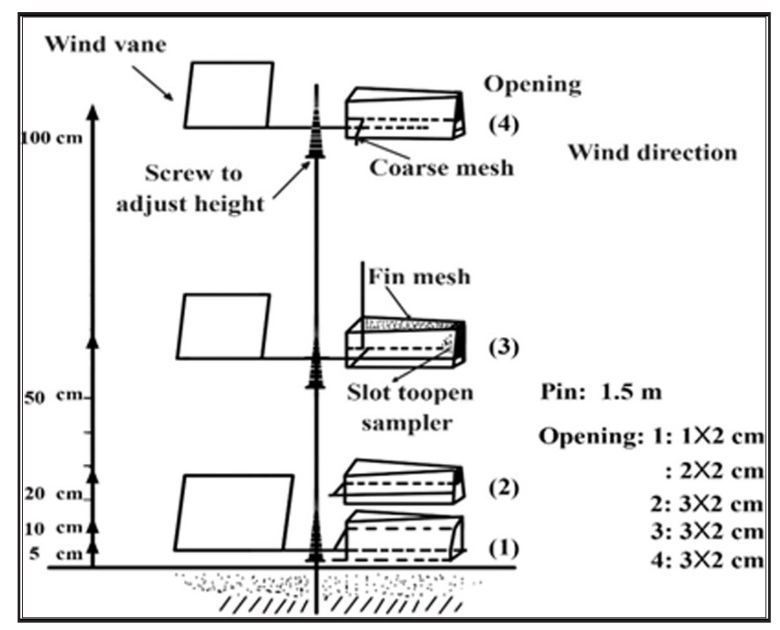
باعتبار أن السرعة القياسية = $(18.5)^3$

ب - جهاز تكساس Big spring Numbereight(BSNE):

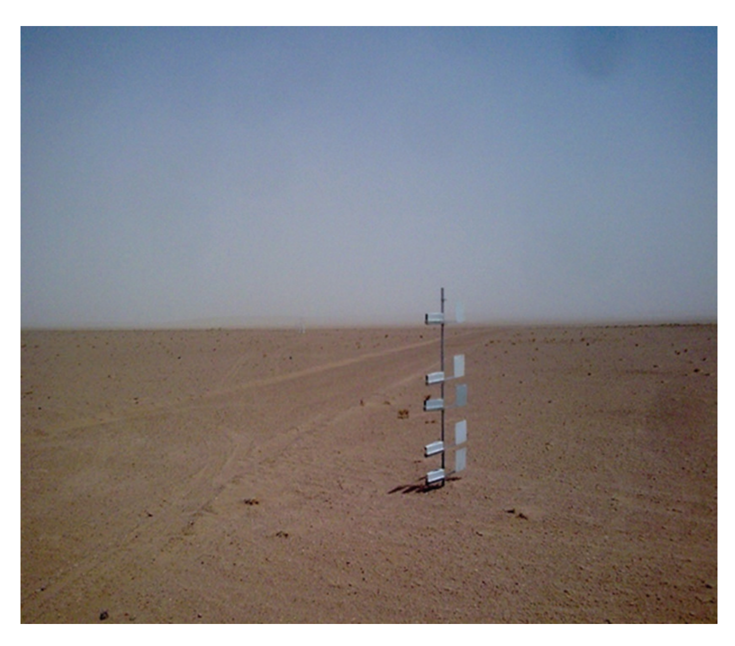
أستخدم الجهاز لأول مرة من قبل مصلحة صيانة الأراضي في ولاية تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية وصممه الباحث الأمريكي Fryreer,D.W. 1985

يوصف الجهاز بأنه يتألف من قاعدة مثبت عليها عمود حديدي ارتفاعه يصل أحياناً ل300 سم , توضع القاعدة بالتربة ويثبت العمود الحديدي, ثم توزع عليه المصائد على ارتفاعات معينة (10 - 40 - 75- 100- 150- 300 سم) من خلال وجود حوامل لهذه المصائد في نهاية كل حامل دفة توجيه لتغيير اتجاه المصيدة بتغير اتجاه الريح في الحقل .أنظر **الشكل 2، والصورة رقم 8.**

للمصائد فتحات استقبال الغبار أبعادها (1X2،2X2،2X3،2X4،2X5 cm) أي تزداد مساحة الفتحة كلما ارتفعنا عن سطح الأرض.وتوزع 5 أجهزة في كل موقع قياس ورصد في مركز الدائرة وفي محيط الدائرة وفي الاتجاهات الأربعة والمسافة بينها وبين المركز بنصف قطر 100 م وتؤخذ العينات من المصائد بعد كل فترة حسب شدة نشاط الانجراف الريحي .



الشكل رقم 2.



الصورة رقم 8.جهاز BSNE في الحقل.

• طريقة أخذ العينة أو القراءة:

تنظم استمارات خاصة بالجهاز لتسجيل القراءات الحقلية (**استمارة رقم 2**) وتؤخذ العينة من المصيدةبعد نزع المصيدة من الحامل وفتحها وإفراغ العينة الملتقطة في كيس نايلون ويسجل عليه التاريخ ورقم المصيدة والموقع وينقل للمخبر للوزن والتحليل.

استمارة (2) تسجيل القراءات لجهاز BSNE

المنطقة الادارية:

الموقع: الاحداثيات

التاريخ:

الجهاز	كمية الغبار بالغرام /مصيدة					كمية الغبار غ / سم²					المجموع
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	
1											
2											
3											
4											
5											

يوزن ويسجل وزنه في الاستمارة الخاصة بالموقع. وبعدالانتهاء من فترة القياسات الحقلية تبدأ مرحلة العمل المكتبي ومعالجة نتائج القراءات حاسوبياً .

• طريقة معالجة القراءات الحقلية:

تم إعداد برنامج حاسوبي لحساب القيمة النهائية لكمية التربة المنجرفة على كامل ارتفاع الجهاز اعتمادا على طريقة Van Donk Skidmore، 2001.

$$(1)....\quad q_{(z)} = a(z+1)^b$$

حيث أن:

Q_z – كمية التربة المنجرفة بالغرام / **سم²**.

Z – ارتفاع المصيدة بالسم .

a و b معامل تجريبي Fitting Parameters .

نحصل على القيمة النهائية للتربة المفقودة من خلال تكامل المعادلة (1) على الارتفاع المطلوب وفق المعادلة التالية (2):

$$(2)....\quad Q_z = \int_0^{300} q(z) = a / b+1[(300)^{b-1} - (0)^{b+1}]$$

حيث أن Q تشير إلى كمية التربة المفقودة بالغرام / سم على الارتفاع 0 – 300 سم

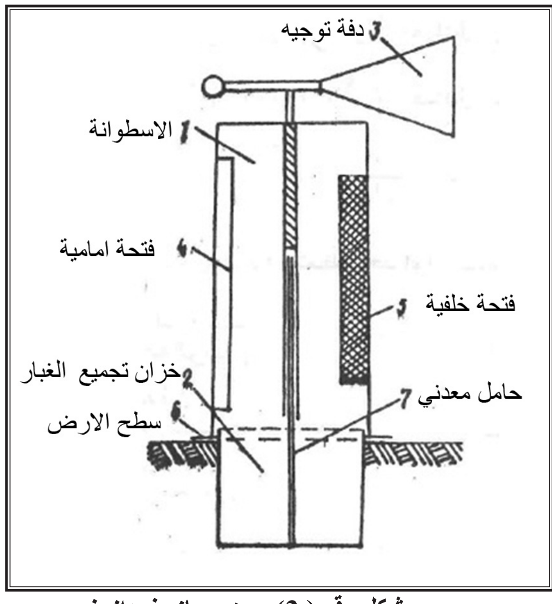
Q_z معدل حركة الغبار على الارتفاع $_z$ بالغرام / م^2.

علما بأنه يوجد برنامج حاسوبي جاهز لهذه العملية.

أما العينات المجمعة من كل موقع وعلى ارتفاعات واحدة حسب ارتفاع المصائد في الأجهزة فتؤخذ إلى المخبر لإجراء التحاليل المطلوبة ومعرفة التغيرات النوعية التي تحدثها التعرية في التربة المتأثرة بالانجراف الريحي .

ج - جهاز غودانوف Godanov:

جهاز غودانوف من النماذج الروسية ويشبه إلى حدا ما جهاز باغنولد ويختلف معه بأنه يتألف من أســــطوانة مجوفة تدور على محور ثابت وتحتوي هذه الأسطوانة على فتحة لدخول الغبارأبعاده عرض 3 سم والطول 15 سم ، ويقابلها في الجهة المعاكسة فتحة مغلقة بشبك لخروج الهواء بدون الغبار، أبعادها 8 سم وطولها 13 سم ويوجد في أعلى الأسطوانة دفة لتغيراتجاه فتحة الجهاز حسب اتجاه تغير الريح.



شكل رقم (3) يبين جهاز غودانوف.

ويوجد أسفل الأسطوانة وعاء لتجميع الغبار المحجوز مدفونة بالأرض عند مستوى بداية فتحة دخول الغبار.تؤخذ العينة من الجهاز بعد فترة زمنية معينة وبعد انتهاء نشاط حركة الغبار.

وتوزن العينة الملتقطة وتحسب بالكغ /سا / 1سم.

تفرغ الأوزان المأخوذة من الأجهزة في استمارات خاصة (**استمارة 3**).

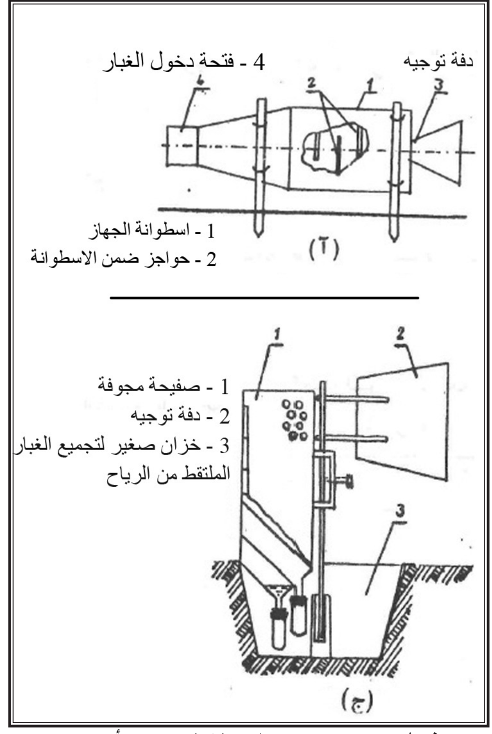
(استمارة رقم 3) . استمارة خاصة بتدوين نتائج قياس الإنجراف بالمصائد .

رقم المصيدة	بدء القياس	نهاية القياس	سرعة الرياح م/ثا	وزن العينة بالغ
1 2	3/6/2021	10/6/2021	12	150

وهناك نماذج أخرى تختلف حسب الغرض من استعمالها ونذكر منها :

- **جهاز Znaminski**

وتوجد منه عدة أشكال (**الشكل رقم / 4/ أ وج**).



شكل 4 . يبين جهاز زنامنسكي (أ - ج).

1-2-1- المصائد الأرضية:

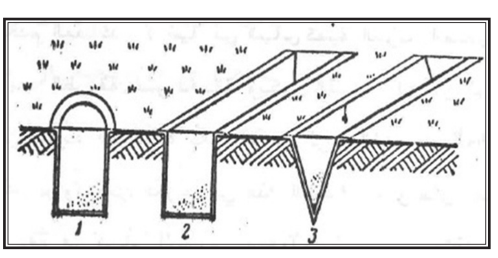
وهي عبارة عن صندوق من الحديد أو الخشب مفتوح من الأعلى أبعاده 20 سم عرض الفتحة وعمق 20 سم وطول 100 سم يغرس بالأرض حتى مستوى الفتحة وعمودي على أتجاه الرياح ومنه اشكال مختلفة مستطيل او مثلثي أو نصف دائري أسطواني تلتقط هذه المصائد الرمال السافية، (**الشكل رقم 5**).

بعد نهاية فترة القياس (ساعة، يوم ،أسبوع) تفرغ العينة في أكياس صغيرة وتوزن وتسجل في استمارات خاصة ويعبر عنها بالكغ /يوم / المصيدة على أعتبار أن مساحة فتحة إستقبال المصيدة تساوي 100 x 20 = 2000 سم^2 أو ما يعادل 0.2 م^2 وتحول بعد ذلك إلى وحدة المساحة دونم أو هكتار على النحو التالي:

وزن العينة المحجوزة = 1 كغ من مساحة 0.2 م^2

أما من مساحة واحد هكتار أي **10000م^2**

نضرب وزن العينة من المصيدة (1x 10000 مقسوم على 0.2 = 500 كغ/هكتار)



شكل رقم / 5 / أشكال مختلفة من المصائد الأرضية
1- أسطواني ،2 - صندوقي، 3 - مثلثي

1 –2 مسطرة (دبابيس) ريبر:

تعتمد هذه الطريقة على مبدأ قياس سماكة ضياع أو تراكم الغبار باستخدام قضيب حديدي طوله 30 سم وقطره 3 -4 مم ومدرج من الوسط بتدرجات موجبة وسالبه اعتبارا من منتصفه بالصفر التدرجات الموجبة وقدرها 15 سم أعلى الصفر و15 تدريجه سالبة وكل سم مقسم إلى 10 مليمترات. يغرس السيخ في الأرض عند مستوى تدريجه الصفر ضمن مساكب مربعة صغيرة توزع عشوائياً في المنطقة المراد قياس الانجراف فيها ويراقب تغير سماكة الطبقة السطحية زيادة أو نقصان بواسطة السيخ فمثلاً إذا كان مقدار النقصان 3 مم فهذا يعني أن مقدار الخسارة 30 طن /هكتار لأن كل 1مم يعادل 10 طن/ هكتار.

1 –3 قياس تغير عمق أثلام الفلاحة:

وهناك طرق لقياس خسارة التربة مثل قياس مقدار تغير عمق أثلام الفلاحة أو تغير عمق البذار بواسطة مسطرة مدرجة بالمليمتر.ويمكن تصنيف شدة التدهور وفق **الجدول الآتي**:

شدة التدهور	مقدار النقص في كتف الفلاحة وحالة السطح
بسيطة	تراجع ارتفاع كتف اخدود الفلاحة بمقدار الربع من الأرتفاع الأصلي وتغطية الأخاديد بالغبار بمقدار 30 %من المساحة الكلية
متوسطة	تراجع كتف الفلاحة بمقدار النصف ودرجة التغطية بالغبار أكثر من 30 %

2 ـ القياسات غير المباشرة:

2 ـ 1 ـ طريقة قياس حجم التراكمات الرملية خلف الحواجز:

تترسب الأتربة المنقولة بالرياح أمام الحواجز وتنمو هذه الأتربة بزياد نشاط الانجراف أمام الحواجز وتقدير حجم الرمال المحتجزة عن طريق قياس ارتفاع التربة المتراكمة والمساحة التي تغطيها ونحصل على رقم تقريبي عن حجم التربة المنجرفة من الحقل. وفق خطوات الحساب التالية:

مثال: قياس متوسط ارتفاع الرسوبيات أمام الحاجز (وليكن 0.16 م)

- متوسط طول الرسوبيات خلف الحاجز = 0.945 م.
- طول الحاجز =7 م.
- مساحة المصدر 70 م^2.
- حساب المقطع العرضي للتراكمات = 0.16 . 0.945 /2 = 0.07560 م^2.

- الكمية الكلية للتراب المتراكم = 7 .0.07560 = 0.5292 م^3.
- تحويل الحجم الكلي على أساس وحدة المساحة من المنطقة المساهمة =
  0.5292÷ 70= 0.0075 م3 /م^2
- نحول من المتر المكعب في وحدة المساحة بالمتر المربع إلى الطن /هكتار=
  0.00756x1.3x 10000= 98.3 طن هكتار سنة (1.3 الكثافة).
- تقسيم الكمية الكلية على الفترة الزمنية للقياس ونحصل على كمية التربة المنجرفة بالطن / هكتار / سنة.

2-2 - قياس الانجراف عن طريق معرفة عمق الطبقة الحصوية المتكونة على السطح:

تتكشف الحصى والحجارة بفعل التعرية الانتخابية التي تعمل على جرف الحبيبات الناعمة للتربة وتترك وراءها الحصى المتواجدة في قطاع التربة وتتراكم على السطح مع الزمن ويجري القياس حسب الخطوات التالية:

- تقدر نسبة الحصى في الأفق السطحي للتربة
- يقاس سماكة الحصى المتراكم على السطح بواسطة مسطرة ميليمترية
- تقدر التربة الناعمة المفقودة وفق الخطوات التالية:

* إذا كان عمق الطبقة الحصوية نتيجة القياس = 1مم
* نسبة الحصى في الأفق السطحي = 20 %
* نحول من المم إلى المتر 1 x 0.001 = م عمق الحصى
* سمك طبقة التربة الكلية = 0.001 x نسبة الحصى (20 % أو 1/5)= 0.005 بالمتر
* التربة المفقودة = التربة الكلية – عمق طبقة الحصى = 0.005 - 0.001=0.004 متر

ولتحويل سماكة التربة المفقودة إلىالطن/هكتار 1.3x10000 x0.004 = 52 طن/هكتار.

2 - 3 - قياس الإنجراف باستخدام قيم مدى التشبع الأعظمي ودرجة التشبع الأعظمي:

درجة التشبع الأعظمي هي قيمة ثابتة لجميع الترب تقدر ب 3.62 كغ / سا / سم عند سرعة رياح 10.5 م/ثا على ارتفاع 50 سم أو 18.5م/ثا على ارتفاع 2 م وتعني أقصى كمية من الغبار ممكن أن تحملها الرياح لتصل إلى درجة التشبع الأعظمي.

أما مدى التشبع الأعظمي فهي المسافة بالمتر اللازمة ليصل التيار الريحي إلى درجة التشبع الأعظمي

اعتباراً من نقطة بداية الانجراف الريحي وتختلف باختلاف نوع التربة وتتراوح هذه القيمة من 250 م في الترب الرملية لتصل إلى 1500 م في الترب الطينية. ولحساب كمية التربة المفقودة بالرياح تطبق المعادلات التالية:

$Q = (3.62 \times b \times L) / m \times 100$ كغ/ سا/ حقل

حيث:

b - العرض متر. و L - طول الحقل بالمتر. و m - مدى التشبع الأعظمي.

3 - الطريقة الإلكترونية:

من الطرق الحديثة التي تعتمد على حساسية الجهاز لحركة الرمال حيث يوصل الجهاز إلى قارئ الكتروني (Data logger) . ويذكر منها :

3 - 1- جهاز السالتيفون :

هو عبارة عن حساس يحتوي على ميكروفون مثبت في أسطوانة مصنوعة من مادة الستيل يثبت جناحان صغيران على الأسطوانة لتأمين بقاء الميكروفون عمودي على اتجاه الرياح . ويمكن تغيير ارتفاع الجهاز على الحامل حسب الارتفاع المطلوب حيث يعلق بواسطة حلقة خاصة ويمكن تغيير الارتفاع من 1 - 50 سم عن سطح الأرض ويحتوي على قاعدة وحامل لتثبيته في الأرض .وصل الجهاز إلى القارئ اثناء القياس وفي فترة نشاط الانجراف الريحي، ويعتمد الجهاز على تحويل صدمة ذرة الرمل إلى ومضة كهربائية وتنقل إلى القارئ ويحولها إلى رقم يعبر عن عدد حبيبات الرمل والمعلومات التي يزودها هي معلومات دقيقة وسهلة ولايحتاج لجمع العينات ووزنها بعد القياس بل يزود المستخدم بالبيانات مباشرة ويمكن استخدامه في التنبؤ بالعاصفة قبل حدوثها.**الشكل رقم (6)**.

الشكل رقم 6. جهاز السالتيفون الالكتروني.

يوصل الميكروفون بواسطة كبل إلى جهاز بطارية لتأمين مصدر طاقة ويمكن شحن البطارية بالطاقة الشمسية باستخدام لوحة شمسية صغيرة.

4 - تقييم تدهور التربة بالانجراف الريحي:

4-1 - تغير سماكة قطاع التربة:

يتم تقييم درجة تدهور التربة بالانجراف الريحي حسب نقصان سمك قطاع التربة وفق التصنيف التالي:

درجة التدهور	مقدار الفقد في قطاع التربة بالسم
طفيفة	خسارة 5 سم من السطح مع بعض التوضعات
متوسطة	خسارة 10 سم مع أتربة منقولة تغطي السطح
قوية	فقدان أكثر من 10 سممن الأفق الأصلي

4 - 2 - التشخيص المرئي لدرجة التدهوربرصدالتغيرات المورفولوجية لقطاع التربة:

- تغير لون التربة من اللون القاتم إلى اللون الفاتح.
- تحول قوام التربة إلى القوام الخشن الرملي.
- اقتراب طبقة تراكم الكربونات والجبس السطحي من السطح.
- ضياع قسم من الأفق السطحي.
- ظهور بعض التراكمات والتوضعات الرملية على سطح التربة.

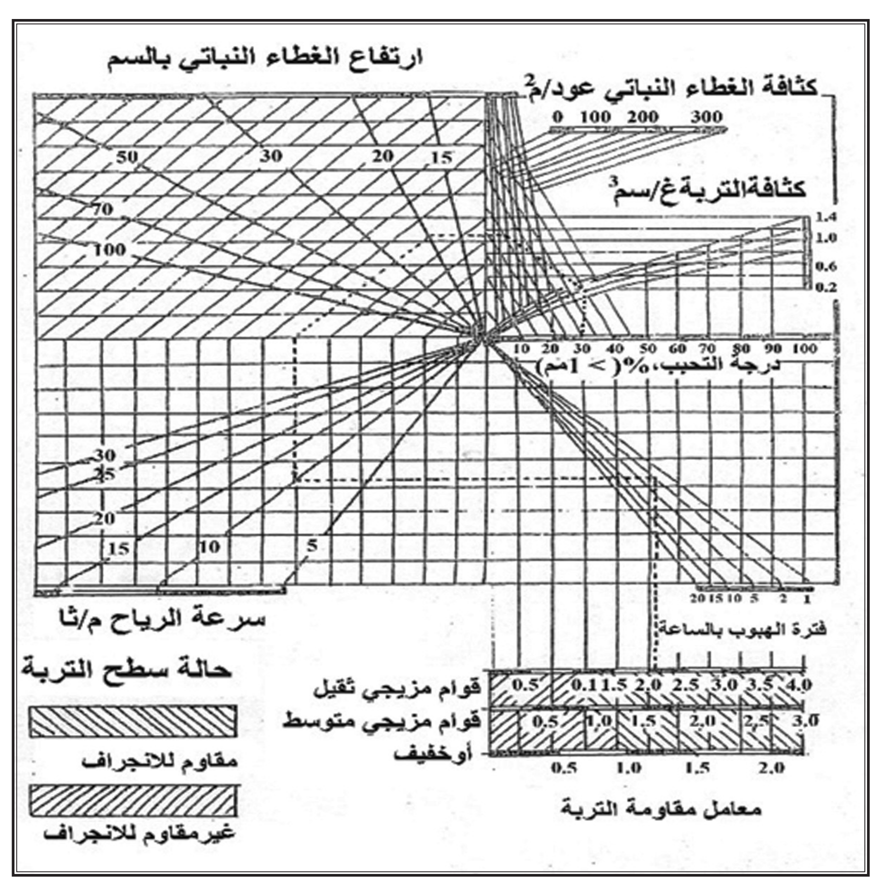
4 - 3 - تقدير درجة مقاومة التربة للانجراف الريحي:

تعرف هذه الطريقة **بطريقة المخطط البياني** وتتطلب توفرالمعلومات التالية:

1. درجة التحبب (نسبة حبيبات التربة ذات الأقطار أكبر من 1 مم في التربة السطحية)
2. الكثافة الظاهرية للتربة.
3. كثافة الغطاء النباتي نبته / م^2 .
4. مخلفات الحصيدة نبتة أوعود /م^2.
5. ارتفاع الغطاء النباتي بالسم.
6. سرعة الرياح على ارتفاع دوارة الهواء م / ثا.
7. عدد ساعات الهبوب الفعالة بالساعة لفترة معينة.
8. القوام الميكانيكي للتربة (سلم التقييم يتعلق بالقوام) .

• كيفية الاستخدام:

يقام عمود من محور السينات عند النقطة التي تشير إلى قيمة درجة التحبب حتى يتقاطع مع المحاور التي تبين قيمة الكثافة الظاهرية,وبعد ذلك ننحرف بزاوية 45 درجة ونتابع حتى يتقاطع مع محاور كثافة الغطاء النباتي ,ومن نقطة التقاطع نتابع مسار الخط وبشكل موازمع محور السينات حتى يتقاطع مع محور ارتفاع الغطاء النباتي ومنه وبشكل عمودي على محور السينات حتى يتقاطع مع محاور سرعة الرياح ومنه نتابع وبشكل مواز مع محور السينات ليتقاطع مع محاور ساعات الهبوب، وعند عدد ساعات الهبوب في الموقع ومن ثم نسقط المسار على سلم التقييم حسب القوام الميكانيكي للتربة، ونحصل بذلك على نتيجة درجة المقاومة وحسب سلم التقييم تكون قيمة أقل من 1.0 غير مقاومة.أنظر **المخطط البياني رقم (7).**



شكل رقم (7) يبين المخطط البياني لتقدير درجة مقاومة التربة للإنجراف الريحي.

ثانياً - قياس الانجراف المائي:

2-1- الطرائق الحقلية (Deluometric method):

من أهم الطرق المستخدمة في الحقل هناك طريقة أحواض جيرلاش Gerlash trough والمساكب التجريبية Field Plots

1 -المساكب التجريبية الحقلية Field Plots

تستخدم هذه الطريقة لتقدير كمية التربة المنجرفة بالمياه وتقييم كفاءة بعض أساليب صيانة التربة أو تأثير بعض العوامل المؤثرة في الانجرافالمائي (درجة الميل وطول المنحدر – التغطية النباتية –نوع الحراثة واتجاهها ..)

وهي عبارة عن مساكب حقلية بأبعاد مختلفة تنفذ في الحقل وعند ميول محددة وتكون معزولة عن الأرض المحيطة بها بواسطة حواجز معدنية تغرس بالأرض لمنع تسرب المياه السطحية من خارج المسكبة إلى داخلها وبذلك نتحكم بالمياه السطحية الجارية في المسكبة والناتجة عن الأمطار الهاطلة ضمن المسكبة وفي نهاية المسكبة يوجد أنبوب بلاستيكي لنقل المياه المتجمعة في نهاية المسكبة إلى خزان معدني يسمح بقياس حجم المياه الجارية والتربة المنجرفة من المسكبة .ويزود موقع المساكب بجهاز قياس مطري لمعرفة كمية الأمطار في الموقع **الصورة رقم 9**.





الصورة رقم (9) تبين طريقة حساب الانجراف المائي بالمساكب التجريبية.

- **طريقة الحساب :**

1 - لحساب معامل الجريان السطحي لابد من توفر المعلومات التالية:

- كمية الهطول المطري= 10 مم وهذا يعادل 10 ليتر / م^2 .

- حجم الجريان السطحي من خزان التجميع = 200 ليتر

لنفرض أن مساحة مسكبة القياس 200 م^2 (طول 50م وعرض 4 م^2)

كمية الأمطار الواصلة إلى المسكبة = 200 x 10 = 2000 ليتر

معامل الجريان السطحي = كمية مياه الجريان في المسكبة مقسومة على كمية الأمطار الهاطلة

= 200÷ 2000 = 0.1 أويعبر عنه كنسبة مئوية أي 0.1 **x** 100=10 %

2 - أما كيفية حساب كمية التربة المفقودة بالمياه تكون وفق الخطوات التالية:

- تؤخذ عينة مياه عكرة من خزان التجميع بعد انتهاء العاصفة المطرية (وذلك بتحريك المياه بشكل جيد في الخزان قبل أخذ العينة)
- تنقل عينة المياه العكرة إلى المختبر لإجراء التحاليل اللازمة ومنها:

* كمية المادة الترابية المنجرفة بالمياه وتنفذ هذه العملية على النحو التالي:

* أخذ 50 مل بالماصة وتوضع في جفنة سعة 100 مل وتوضع في فرن على درجة 105 مئوي لمدة 24 ساعة حتى تجف تماماً.

* توزن الجفنة بعد التجفيف مع التربة المجففة.

* وزن التربة يساوي الفرق بين وزن الجفنة مع التربة بعد التجفيف ناقص وزن الجفنة فارغة

* وزن التربة الجافة = بالغرام / 50 مل تحول إلى ليتر

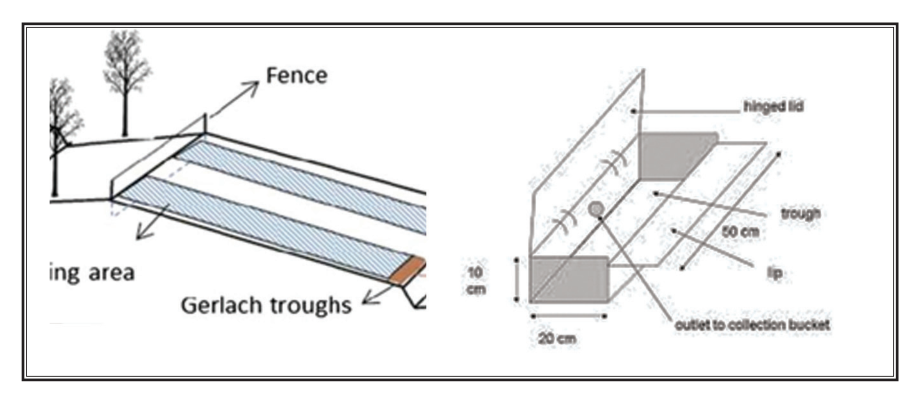
فمثلاً: 0.5 غ /50 مل أما في ليتر = 0.5 X 1000 ÷ 50 =20 غ /ليتر وعلى كامل مساحة المسكبة = 10 x 200 = 2000غ / مسكبة

- 2000÷ 200 = 10 غ / م^{2}تربة منجرفة
- كمية التربة المنجرفة من الهكتار= 10 x 10000 = 100000غ /هكتار
- كمية التربة المنجرفة بالكغ/ هكتار= 100000÷1000=100 كغ

2 - طريقة أحواض جيرلاش Gerlach Trough:

وهي عبارة عن أحواض من الصفيح المعدني أبعاد كل حوض 50 x 20 x 20 سم في مقدمة الحوض الصندوقي فتحة لمرور ماء الجريان السطحي وعمق بعرض50 سم وعمق 2 سم (**الشكل رقم 8 و 9**)، يغرس الحوض في التربة حتى مستوى فتحة دخول الماء الجاري على السطح أثناء وبعد هطول الأمطار وبشكل عمودي على خط جريان الماء على المنحدر . في نهاية أسفل الحوض يوجد فتحة لخروج الماء المحصود عبر خرطوم إلى حوض التخزين المدفون أسفل الصندوق.

بعد نهاية العاصفة المطرية يرفع وعاء التجميع ويقاس حجم الماء باللليتر وتؤخذ كمية الأمطار من المقياس المطري.ويحسب معامل الجريان السطحي وكمية التربة المنجرفة بنفس طريقة المساكب التجريبية . **الشكل (8).**



شكل(8) تخطيطي لحوض جيرلاش وساحة التجميع على المنحدر.

توزع الأجهزة في أعلى المنحدر ووسط المنحدر وفي أسفله وفي كل نقطة قياس على المنحدر جهازان أنظر **الشكل (9)** .



شكل رقم (9) يبين كيفية توزيع أحواض جيرلاش في الحقل.

• طريقة حساب مساحة منطقة التجميع:

ويعبر عنها بطول المسافة بين فتحة الاستقبال بالصندوق وخط الانقسام المطري في أعلى المنحدر مضروبة بعرض فتحة الاستقبال = L . 0.5 بالمتر المربع. فمثلاً إذا كان طول المسافة 30 م فيكون مساحة التجميع = 0.5 x 30 = 15 م^2 .

2-2-الطريقة الحجمية Volumetric method

1 - الأنجراف الجدولي Rill Erosion

تتبع هذه الطريقة في حساب كمية الانجراف الجدوليحقلياً الناجمة عن تأثير ماء الجريان السطحي بعد الأمطار وتظهر بشكل جداول مائية متوازية على السطح بعمق أقل من 100 سم. تحدد نقاط ثابتة في مسار الجداول المتشكلة على سطح الأرض.**الصورة (10)**

لأخذ تطور عمق وعرض الجداول خلال موسم الأمطار وفي نهاية الموسم تجري عملية الحساب على النحو التالي :

1 - حساب مساحة مقطع الجداول (S) وقياس طول الجدول (L).

2 - حساب كمية التربة المنجرفة من وحدة المساحة ويتطلب ذلك معرفة عدد الجداول وأطوالها في وحدة المساحة.

3 - حجم التربة المنجرفة من الجدول الواحد = L X S

$S = s_{1+}s_{2} \ldots s_{n}$ ، $L = l_{1+}L2 \ldots L_{n}$

تجري قياسات الجداول بالسنتمتر في البداية وتحول جميع الحسابات إلى المتر

يحسب مساحة مقطع الجدول على شكل مثلث S = width x depth / 2

نحسب حجم التربة المفقودة من الجدول = مساحة مقطع الجدول X طول الجدول

حجم التربة المفقودة الكلية مساحة الحوض الصباب = م^3 / م^2

الكمية المنجرفة بالطن /هكتار = الحجم المتري X الكثافة الظاهرية X 10000




صورة (10) تبين الانجراف الجدولي (ألأخدودي) كما يبدو في الحقل.

2-2 - الأنجراف الأخدودي Gully Erosion

- قياس معدل نمو أو تطور الأخدود:

تعرف التعرية الأخدودية بأنها الأخاديد التي تحدثها مياه الأمطار وبعمق أكثر من متر وتسبب تأكل التربة وانجرافها على المنحدرات . أنظر **الصورتين (11 و 12)**





صورة رقم (11) تبين الانجراف الأخدودي كما يبدو في الحقل.



صورة رقم (12) شكل الانجراف الأخدوديGully Erosion.

- طريقة قياس شدة التعرية الأخدودية:

نثبت نقاط علامة في محيط رأس الأخدود في بداية موسم الأمطار ونقيس المسافة بين رأس الأخدود والنقاط الثابتة حوله وفي نهاية موسم الأمطار نكرر قياس المسافة بين الأخدود والنقطة الثابتة، ويتطلب رصد ومراقبة تطور نمو رأس الأخدود عدة سنوات لنعطي تقييماً صحيحاً لشدة تدهور التربة بالانجراف الأخدودي حسب معدل نمو رأس الأخدود وفق التقييم التالي :

الدرجة	معدل نمو الأخدود م/سنة	التقييم
1	0.5	لا توجد تعرية
2	1 - 0.5	خفيفة
3	3 - 1	متوسطة
4	5 - 3	شديدة
5	10 - 5	شديدة جداً
6	10	كارثية

2 - 3 - الطرائق البيديولوجية:

وتعتمد هذه الطرائق على تحديد قابلية التربة للانجرافErodibility وترتبط هذه القابلية بخصائص التربة التالية:

- قوام التربة.
- التركيب الغروي.
- المحتوى الرطوبي.
- الكثافة الظاهرية.
- الميزان المائي الشعري.
- اللدونة.
- انتفاخ التربة.
- انكماش التربة .
- معدل التفكك أو التفريق .

* ويعبر عن القابلية بالعلاقة التالية:

ER = DR . ME / col.

DR - نسبة التفكك أو التفريق.

ME - المحتوى الرطوبي.

col - المحتوى الغروي.

وحسب ميدلتون فأن تقييم قيم القابلية على النحو التالي :

10 > ER التربة مقاومة وغير قابلة للتعرية.

ER = 12 -115 التربة قابلة للتعرية.

وتجري قابلية التربة للانجراف حسب مؤشرات التربة الرئيسية (درجة التحبب، التفكك، الرطوبة، قدرة الجرف) **وفق الجدول التالي:**

تقييم قابلية التربة للتعرية حسب المؤشرات الرئيسية للتربة.

مؤشرات الحساسية	قابلية التربة للانجراف			
	1	**2**	**3**	**4**
	منخفضة	**متوسطة**	**قوية**	**قوية جداً**
Aggregation	0.1	0.3 - 0.1	0.6 -0.3	0.6 <
Dispersivity	0.6	0.8 - 0.6	0.9 - 0.8	1 - 0.9
Hydrophily	1	1.2 5- 8.0	1.50 -1.25	1.5 ≤
Erosivity	1	10- 1	100 - 10	100 ≤

الخاتمة :

كُتب هذا الدليل بشكل مبسط ومفهوم، وتناول الطرائق الأكثرانتشاراً واستخداماً في الحقل لتقدير كمية التربة المفقودة بالانجرافيين الريحي والمائي، وتقييم درجة تدهور التربة بناء على القيم المقاسة حقلياً ليكون في متناول الفنيين العرب عند تنفيذ القياسات المطلوبة، كما ورد في الدليل بعض الصور والاشكال التي تساعد في فهم أنواع تدهور الترب، كما يساهم هذا الدليل في رفد مكتبة المركز العربي بأفضل المنهجيات العملية المتبعة في قياسات تدهور الأراضي.

المراجع العلمية :

1 - أكساد – (2017) - موسوعة الكثبان الرملية في الوطن العربي. دمشق،2017.

2 - أكساد – (2006)- تقدير معدلات الانجراف. التقرير النهائي لمشروع مراقبة التصحر ومكافحته في البادية السورية (حالة جبل البشري) - منشورات أكساد، دمشق.

3 - العسكر محمود .(1992) - صيانة التربة – الجزء العملي، منشورات جامعة حلب.

4 - العسكر محمود ووسيم المسبر(2018)، صيانة التربة – منشورات جامعة دمشق.

5 - Fryrear,D.W.(1986). Afield dust sampler.journal of Soil and water conservation .41(2):117-120.

6 - Zachar D.(1982) Soil Erosion , Amsterdam,Oxford Newyourk.

